

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ТОРФА И ВОССТАНОВИМОСТИ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ МЕТОДОМ ДЕРИВАТОГРАФИИ

О. П. ЛОБАС, С. И. СМОЛЬЯНИНОВ

Недостаток коксующихся углей заставил во многих странах искать пути замены их другими видами топлива, изменением технологии переработки руд (внедоменное получение железа, применение природного газа и мазута в доменных печах и т. п.), позволяющих экономить кокс.

Как в СССР, так и за рубежом сделано много попыток миновать доменный процесс и получать железо и сталь непосредственно из руды. В настоящее время имеется свыше 1000 патентов на процессы прямого восстановления во всех промышленных странах.

Большое количество работ в области прямого восстановления железа обусловлено рядом положительных факторов этих процессов по сравнению с доменным, а именно:

1. Полная замена каменноугольного металлургического кокса другими видами топлива восстановителя.
2. Производство высококачественной металлургической шихты (искусственный скамп, губчатое железо для порошковой металлургии).
3. Сравнительно низкие капитальные вложения.
4. Использование тонких железорудных концентратов или пылевых руд.

Требования, предъявляемые к восстановителю в отношении прочности, особо не регламентируются, восстановителем может служить практически любое углерод-водородсодержащее топливо, в связи с чем может использоваться в качестве восстановителя и торф.

Хотя торф и не играл большой роли в металлургической промышленности, однако известны определенные попытки применения его на некоторых заводах.

Использование торфа в металлургии шло в основном по двум самостоятельным направлениям. Первое направление — применение торфяного кокса, второе — непосредственно воздушно-сухого непрококсированного торфа.

Главным препятствием использования торфа в металлургических процессах являлась его малая механическая прочность. Работы, проведенные в последние годы, позволили ликвидировать этот существенный недостаток путем получения из торфа топливо-плавильных материалов, т. е. материалов, содержащих в своем составе топливо (торф), железную руду и, если нужно, флюсы в необходимых соотношениях [1, 2, 3].

Тесный контакт восстановителя (торфа) с железной рудой в топливо-плавильных материалах, а также значительное количество лету-

чих, содержащих окись углерода и водорода, благоприятно отражаются на скорости восстановления железной руды.

Публикаций, посвященных исследованию восстановления железных руд торфом и в топливо-плавильных материалах, в литературе не встречается.

С целью изучения восстановления железной руды в торфорудных гранулах при медленном нагреве было проведено исследование на дериватографе.

Дериватография как один из объективных методов физико-химического исследования веществ получает широкое применение в нашей стране и за рубежом.

Метод дериватографии основан на принципе одновременной фоторегистрации теплофизических свойств (*ДТА*), изменения веса (*ТГ*), скорости изменения веса (*ДТГ*), температуры (*Т*) вещества при его нагревании (см. рис. 1).

На основании предварительных опытов с торфами и торфорудными гранулами была выбрана оптимальная скорость нагрева 5 градусов в минуту. С увеличением скорости нагрева характер кривых (*ДТА*) и (*ДТГ*) не менялся, но уменьшалась четкость эффектов. При уменьшении же скорости нагрева (меньше 5 градусов в минуту) четкость эффектов незначительно увеличивалась, но значительно удлинялось время анализа. Сравнение кривых (*ДТА*), полученных с использованием в качестве инертного образца окиси алюминия и малозольного кокса, не дало существенных различий, характер эффектов не изменился.

Все опыты проводились в среде азота, со скоростью нагрева пять градусов в минуту, а в качестве инертного образца использовали окись алюминия.

Были сняты дериватограммы Качканарского концентрата, торфов Васюганского месторождения, торфорудных гранул и механических смесей торфа с рудой.

Термическое разложение торфов при нагревании характеризуется наличием трех максимумов скоростей выделения летучих (*ДТГ*). Первый максимум при температуре 100—150°C означает для всех проб удаление воды. Второй и третий максимум находятся в интервалах температур 230—290°C и 285—370 соответственно. Сложный характер кривой *ДТГ* объясняется ступенчатым пиролизом органической части торфа. При нагреве вначале выделяется вода, затем начинают разлагаться термически неустойчивые составляющие торфа (водорастворимые, лег-

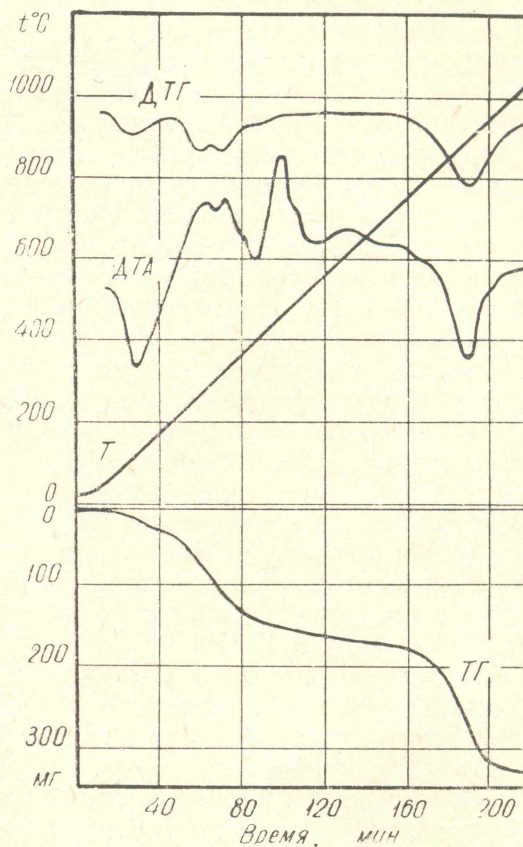


Рис. 1. Дериватограмма торфорудных гранул на основе Васюганского торфа (верховой, степень изложения 20%) и Качканарского концентрата соотношение весовое торф (сухой); руда (концентрат) 35 : 15

когидролизуются и пр.), после чего происходит распад более термически стойких составляющих и возгонка битумов.

Сравнение термического разложения торфов по дериватограммам показывает, что наименьшую термическую устойчивость имеют верховые торфа, наибольшую — низинные. У торфов с большей степенью разложения термическая стойкость выше.

При термическом разложении торфорудных гранул появляется еще один максимум на кривой скорости изменения веса (*ДТГ*) и кривой (*ДТА*) (эндотермический эффект) в интервалах температур 820—1020°C. Кроме этого, потеря веса торфорудных гранул до температуры 600°C отличается от потери веса исходного торфа, именно изменение веса, в пересчете на торф, тем больше, чем больше железной руды в исходных торфорудных гранулах или механической смеси торф: руда. Из верхового торфа (Васюганское месторождение) уменьшение веса при нагреве со скоростью пять градусов в минуту до температуры 600°C составляет 66,8%, а у торфорудных гранул на основе этого торфа и Качканарского концентрата при весовых соотношениях торф (сухой): руда 35—65; 40:60, соответственно 77,8% и 71,1%. Это означает, что добавки железной руды оказывают влияние на пиролиз торфа.

Заметное восстановление (по скорости изменения веса) железной руды в торфорудных гранулах наступает при температурах выше 620°C. На восстановление железной руды в торфорудных гранулах указывает суммарный эндотермический эффект (*ДТА*).

Подтверждением протекания реакций восстановления железной руды в торфорудных гранулах и реакций газификации органической массы торфа при медленном нагреве является характеристика твердого остатка на железо общее, металлическое и углерод.

Так, в торфорудных гранулах на основе верхнего торфа Васюганского месторождения и Качканарского концентрата при соотношении торф (сухой): руда 55:45 до 900°C степень восстановления составляет 79,0%, а содержание углерода в твердом остатке 27,8%. При нагреве до 1000°C степень восстановления достигает 96,9%, содержание углерода в твердом остатке снижается до 16,7%.

Установлено, что с увеличением содержания торфа в исходных торфорудных гранулах и с повышением конечной температуры увеличивается степень восстановления. При этом, чем больше торфа в исходных торфорудных гранулах, тем при меньшей температуре заканчивается восстановление. У торфорудных гранул на основе верхового торфа Васюганского месторождения и Качканарского концентрата максимумы на кривой (*ДТГ*) проявляются при соотношении торф (сухой): руда 36:65; 55:45; 65:35; соответственно при температурах 910°C (рис. 1), 860 и 830°C.

По дериватограммам можно судить о роли исходного торфа на восстановимость руды. Наилучшие условия восстановления обеспечивают низинные торфа, а также верховые с высокой степенью разложения.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. В. Геблер и др. Изв. ТПИ. Томск, т. III, стр. 86—91, 1961.
2. И. В. Геблер и др. Изв. ТПИ. Томск, т. 126, стр. 8—12, 1964.
3. О. П. Лобас, С. И. Смольянинов. Изв. вузов, «Черная металлургия», Металлургиздат, М., № 10, стр. 19—21, 1966.